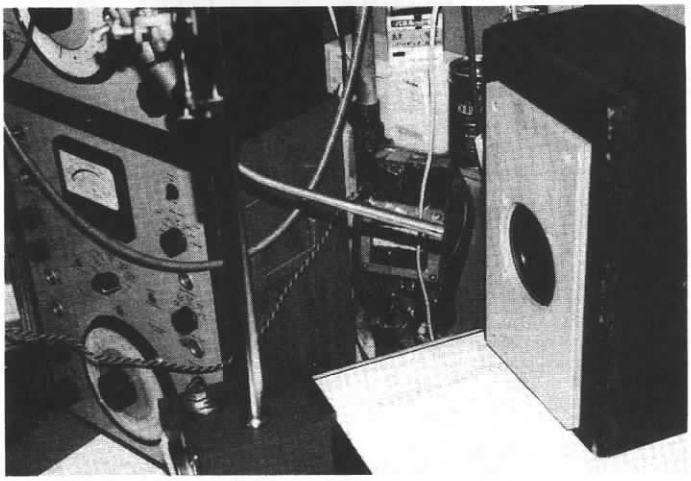
連載 オーディオ計測の散歩道

定電流型アンプではスピーカはどう動くのか

④f特を揃えてもやはり波形は違う

■小倉幸一■



●スピーカーとマイクは移動台の上に固定，部屋の中を動かせるようにした

スピーカのf特性を揃える

2月号でのCC(定電流型)アンプとCV(定電圧型)アンプとの楽音によるマイク出力の比較実験では，高域ハーモニック成分の出かたが，概してCCの方に軍配が上がった(出力P-P値が大きかった)といえます．

これについては，CCアンプの特徴的特性である定電流出力のお蔭で，スピーカの高域インピーダンスの上昇にもめげず電流を流し込んだため高域の出力が増した，ともいえそうです．

そこで，その現象がCCアンプの高域をトーン・コントロールで低下させた場合とどう違うか，実験で試してみようと思います．

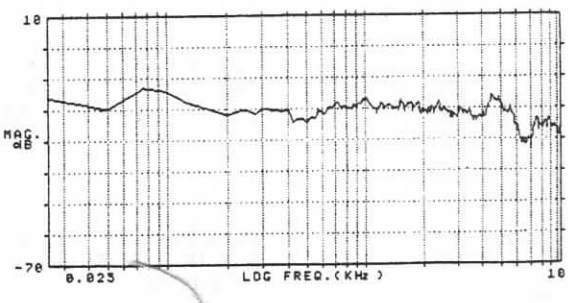
マイク位置(スピーカから70 mm)でのf特が当然気になるわけで，早速ノイズ・ジェネレータとFFTで測ってみました．**第1図**のように，変位計をはずした状態でのスピーカ正面では高域の上昇がありますが，45度方向(斜め上からスピーカをねらう)にマイク軸をまわし，変位計をセットして波形観察時と条件を合わせると，**第2図**のように5 kHzから10 kHzの範囲が−3 dB/octのレファレンス・ラインに無理なく平行になっています．

この場合の−3 dB/octには無理に固執するつもりはありませんが，この値はスピーカRG-W1のインピーダンス実測特性が，Lの影響とされる帯域で+3 dB/octで上昇していることを念頭においた値です(実測無響室f特は98年4月号に，またインピーダンス特性は**第3図**に示しました．)

さて，以上はCCアンプでの話ですが，CVアンプではどうでしょうか．**第4図**がCVアンプの時のf特です．今度は−6 dB/octラインに無理なく平行といっていいと思います．つまり，スピーカ固有のf特は共通ですから，CCアンプのときの方がCVアンプより3 dB/octの割で上がっていることがわかりました．

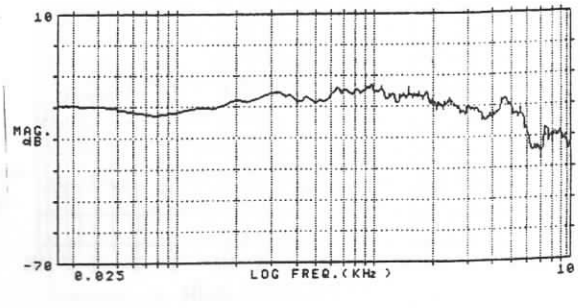
そこでCCアンプのf特をCVアンプと同じくするため，グライコを使いました．2 kHzから変化を始めるようにしますが，今回はCCアンプの入口で信号を−3 dB/octで下げることにしました．ホワイト・ノイズを信号源としてグライコとFFTでCCアンプ，GE補正つきでのf特をCVアンプ，GEフラットのf特と等しくなるよう調整しました．

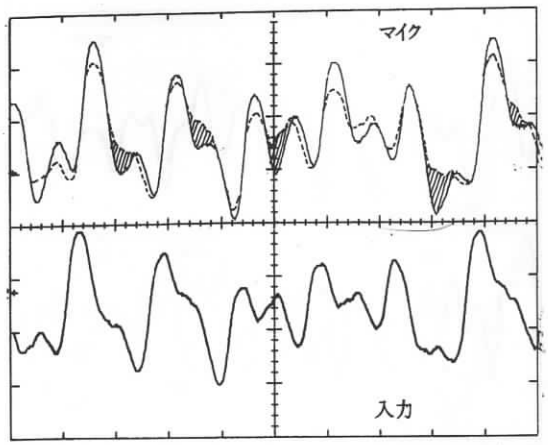
スピーカの前には変位計はセットせず，マイクだけとし，キャビネットは開放型(従来のまま)を使い測定しました．マイクとスピーカは1組として，専用キャスター付テーブルにセットしたので，これで，マイクとスピーカの



◀〈第1図〉CC(定電源)アンプ駆動でのスピーカ正面特性

〈第2図〉▶45°方向でのf特はほぼ平坦

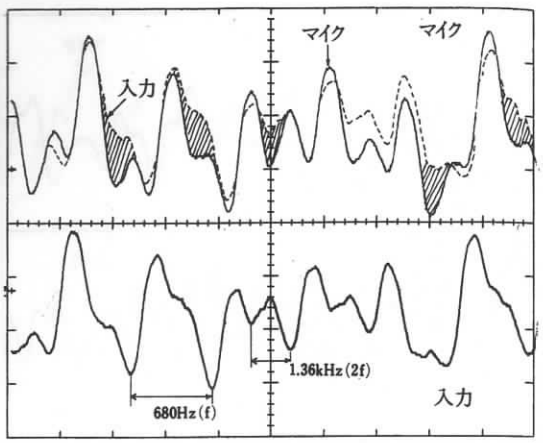


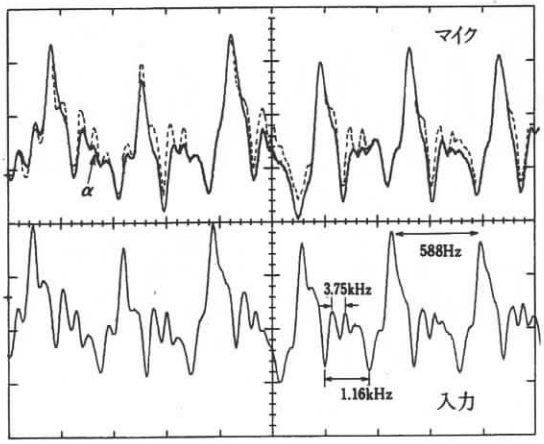


〈第6図 A〉
チターの再生波形のちがい．基音 680 Hz

◀(a)
CC アンプの場合

(b)▶
CV アンプの場合

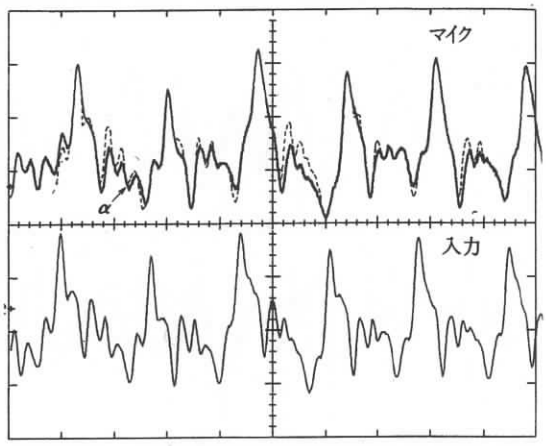




〈第6図 B〉
チター（別の部分）の再生波形のちがい．3.75 kHz の部に注意

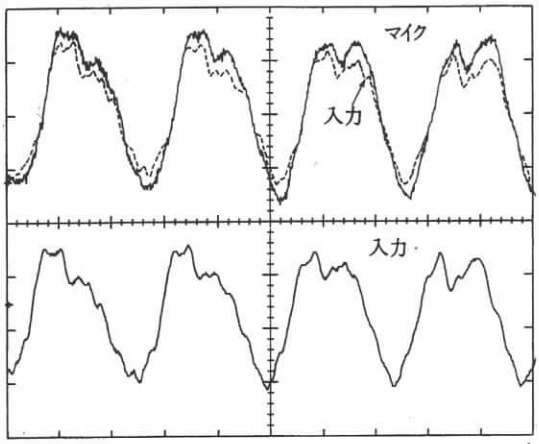
◀(a)
CC アンプの場合

(b)▶
CV アンプの場合



上がりが鋭いことによるもので，10 kHz～が多く含まれていることは別な問題と，筆者は考えています．もう少し楽器音を比較してみましょう．

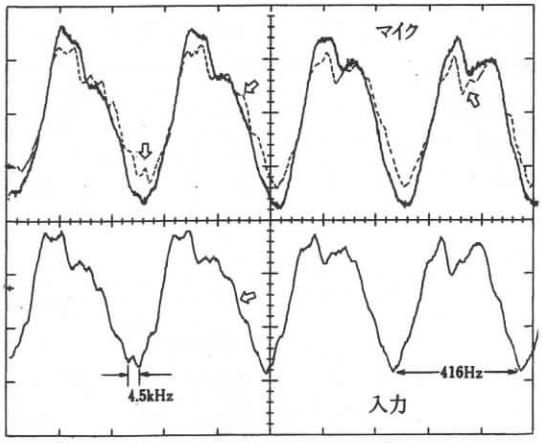
参考図(A)～(D) カースーン（レバノン）：撥弦楽器でハープ，チター系．(A)では CC アンプの矢印部が細かい変化を出しています．(B)原波形とは違いますが，CC，CV アンプともよく合っています．(C)原波形とのパターンの違いを点線で加筆しました．

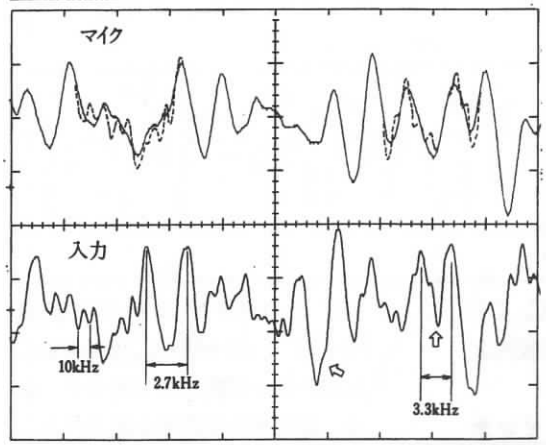


〈第7図 A〉
ハーディガーディ（擦弦楽器）再生波形のちがい．基音 416 Hz

◀(a)
CC アンプの場合

(b)▶
CV アンプの場合

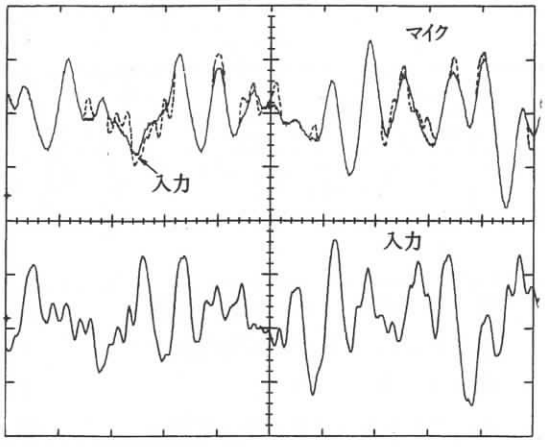


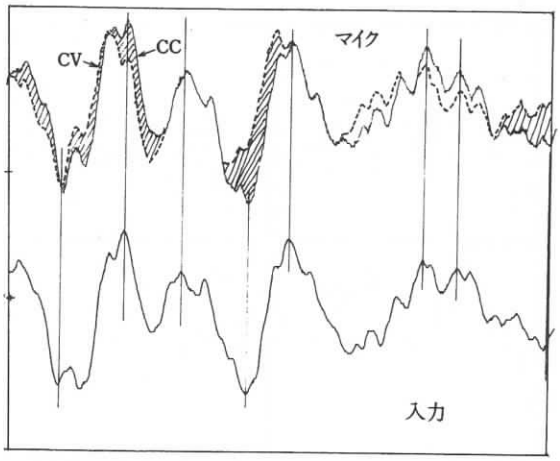


〈第7図 B〉
フェーレー（擦弦楽器）再生波形のちがい

◀(a)
CC アンプの場合

(b)▶
CV アンプの場合





(c)別のパッセージでのCC，CVアンプ同志の比較．まったく同じところと形もレベルもちがうところ（斜線部）がある．マイク出力と入力の時間軸は図面上で揃えてある

以上の楽音に対する波形観察では，音量やノイズのモニタとして別なスピーカを鳴らしていましたが，特に音色については注目していませんでした．ピアノに到達してから，CC，CVアンプの波形の差が音色の違いとして感じられるかどうか，興味が湧いて来ましたので，次回にはその比較試聴を実験してみたいと思います．

高域成分がなくても波形は変る

2月号の第22図でソプラノでのCCアンプ，CVアンプの違いをマイク波形で見ましたが，音源は1928年録音のSP復刻ですから，高域のf特差を云々するほど高い周波数は含まれていないし，スピーカのインピーダンス上昇もこの周波数では気にしなくてよいとすれば，この波形の差はやはりCCアンプの特性によるものではなかろうか，ということで，この論点の基礎になる仮定の一つであるソプラノの高調波成分を調べてみます．

つまり，その成分がいまのf特上昇のエリアにかかるかどうか，チェックしたいと思います．ちょうどよく1秒の最初と最後を0にしておきましたから，このマイク出力をFFTにかけます．基本波成分を等しくなるよう数値計算して，CC，CVアンプ別にしたものを**第9図**に示します．

(a)：「庭の千草」から切り出した信号のスペクトル
(b)：CCアンプのマイク出力エンベロープ
(c)：CVアンプのマイク出力エンベロープ
(d)(e)：(b)(c)に対応するスペクトル

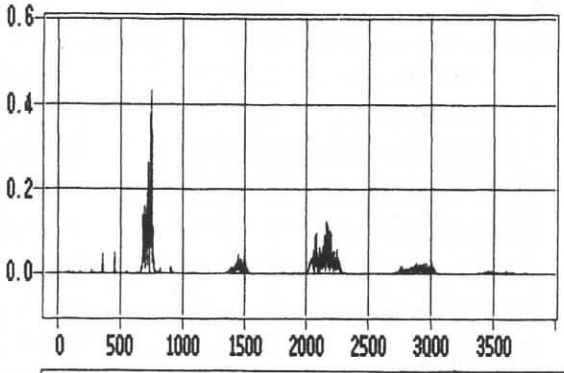
この分析結果から，

(1)ソプラノの音色変化（CC vs CV）は，そのスペクトルがf特変化のエリア外であることから，単に高域上昇では片付けられない．

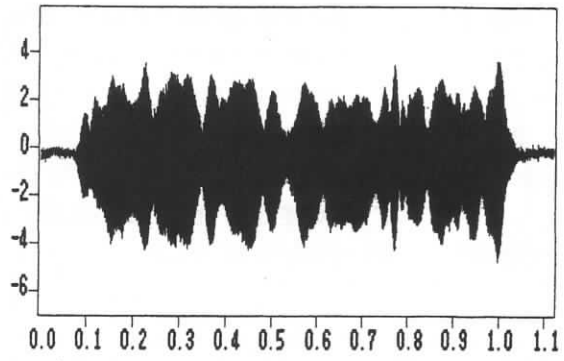
(2)CCアンプでは3倍音がCVアンプに比し多い．奇数次倍音はすんだ音質をつくる．ついでながら，倍音のすそ野が広いのは，声にビブラートがついているため．

(1)項は重要なポイントと思います

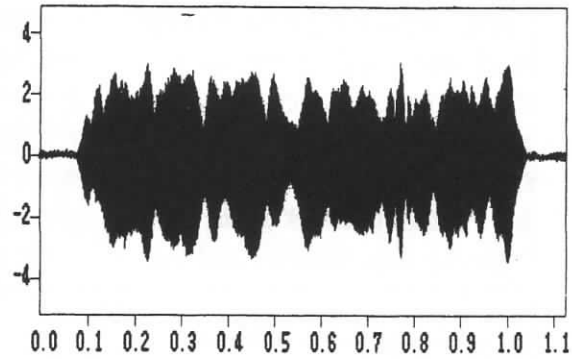
〈第9図(a)〉
切り出したソプラノ入力波形のスペクトル．4kHz以上の成分はほとんどない



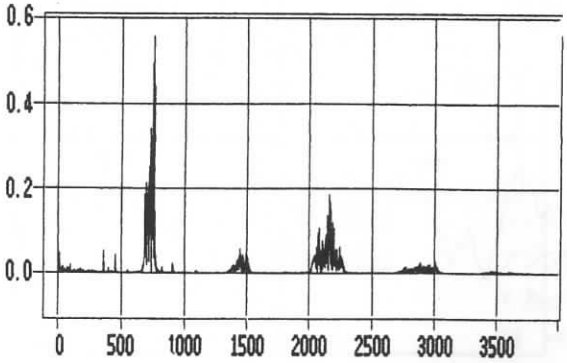
〈第9図〉



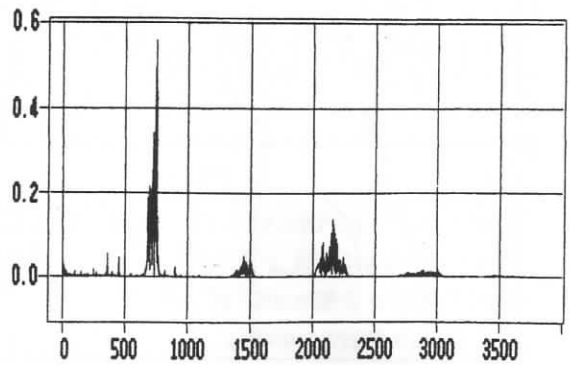
◀(b)
CCアンプでのマイク出力エンベロープ



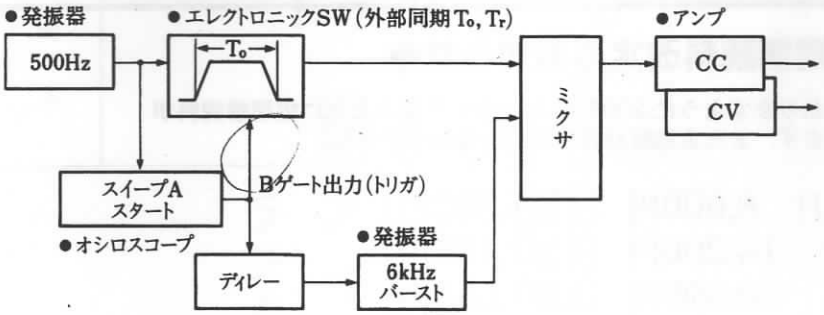
(c)▶
CVアンプでのマイク出力エンベロープ



◀(d)
(b)図に対応するスペクトル



(e)▶
(c)図に対応するスペクトル



〈第10図〉 500 Hz 1波＋6 kHz 4波バースト波の発生回路

が，追求はとりあえずここまでとします．

興味深い付加音の再生

2月号でふれた，切り出した1秒間の音（第1音）の任意の時点に種々の音（第2音）を加え，そのレスポンスを見る，この実験をCC，CVアンプでしてみます．かならずしも両者の比較に意味が見出だされるとは思いませんが，これは実験結果から判断することにします．実験のブロック・ダイアグラムを**第10図**に示します．

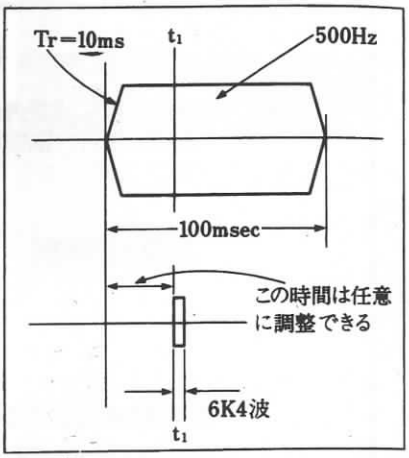
第1音に500 Hzを，第2音に6 kHz 4波を**第11図**のパターンで加えた結果が**第12図**です．この6 kHzは500 Hz内外を自由に移動でき，相互にレスポンス関係が見られます．

このレスポンスで特徴的なのは，CVアンプの方に80 μsecくらいの時間おくれがあることです．

なお，第1音に f_0（73 Hz）をセットして，その立ち上がり付近（特にCVアンプでは突入電流が流れていく時間帯）に第2音を移動させましたが，スピーカは2周波に対し，独立に反応していました．

実験は後回しですが，f_0 外での周波数のバースト（f_0 より高い周波数）を f_0 73 Hzの繰り返し（13.7 msec）で加えた時（1音のみ）のレスポンスにも興味があります．実際，音楽を聴いている時の f_0 音の“かぶり”を見てみたいのです．

次に，2月号でちょっと触れた応用

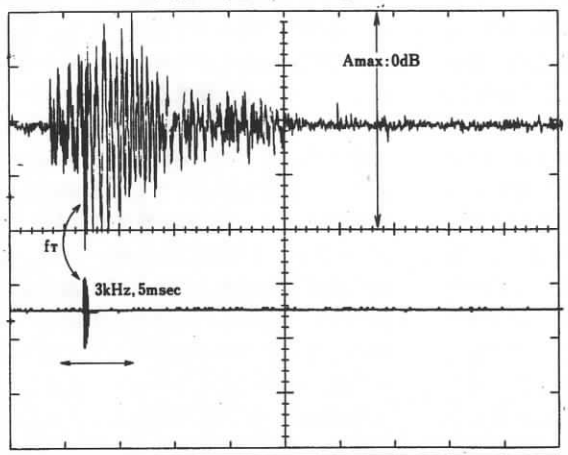


〈第11図〉 6 kHzバースト波はどの位置にも動かせる

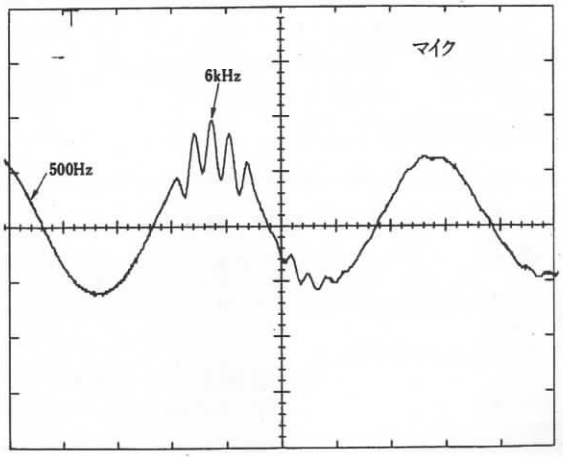
編をやってみます．つまり，第1音に楽音を流しておき，第2音として試験音を加えた時の第2音の検知が第1音にいかに影響されるか，です．第1音は1秒の切り出し音，第2音はその時間帯を移動できる任意音，という構想です．

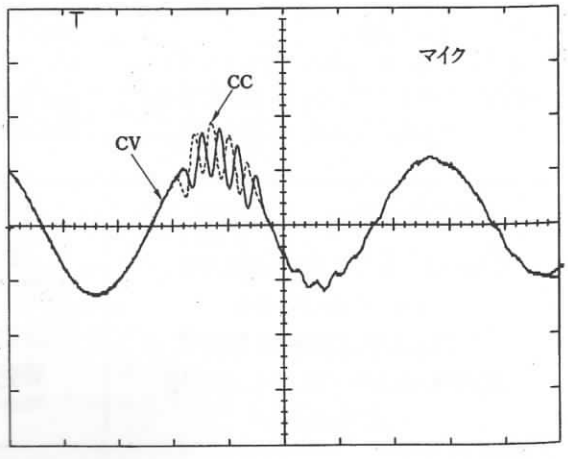
第13図にそのパターンを示します．第1音は切り出したインドのシタール音0.2 secを1秒間隔で鳴らしておき，その $P\text{-}P_{max}$ を0 dBとして，これと同じP-P値をもつ第2音（f_T，この場合3 kHz，5 msec）を任意に移動させ，その位置でATTを使って試験音の音量を下げ，どの程度のdBで聴こえなくなるか，また聴こえ出すか，を調べるのです．

構想実験では，第1音85 dBSPLのとき試験音3 kHzを16～20 dB下げると，聴こえなくなりました．なお，第2音の位置は，シタール音中でもその前後でもdB値に大差ありませんでした．聴覚では2音を一体化して聴き，感じているようです．



〈第13図〉
切り出したシタール音に3 kHz（5 ms）を加えて試験音を作る





〈第12図〉
500 Hz 126 kHzを重ねた波形の再生．CVアンプでは6 kHzに約80 μsのおくれが見える

◀(a)
CCアンプの場合

(b)▶
CVアンプの場合